

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Off nlegungsschrift  
⑪ DE 3443810 A1

⑤① Int. Cl. 4:  
A61L 2/02  
C 12 N 13/00  
71461 PE  
WD

②① Aktenzeichen: P 34 43 810.6  
②② Anmeldetag: 28. 11. 84  
④③ Offenlegungstag: 28. 5. 86

DE 3443810 A1

DE 3443810 A1

⑦① Anmelder:  
Pilgrimm, Herbert, Dr., 1000 Berlin, DE

⑦② Erfinder:  
gleich Anmelder

⑤④ Verfahren zur Entkeimung eines Mediums

Verfahren zur Entkeimung eines Mediums mit Hilfe einer magnetischen Substanz, aus deren Oberfläche magnetische Feldlinien austreten, in der Weise, daß sie mit den im zu entkeimenden Medium befindlichen Mikroorganismen in einen die Mikroorganismen schädigenden Kontakt gebracht werden.

DE 3443810 A1

Dr. Herbert Pilgrimm  
Fritschestr. 57  
D-1000 Berlin 12

28. November 1984

---

## **Verfahren zur Entkeimung eines Mediums**

---

### P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Entkeimung eines Mediums, g e k e n n -  
z e i c h n e t d a d u r c h , daß eine magnetische und/  
oder magnetisierbare Substanz, aus deren Oberfläche magneti-  
sche Feldlinien austreten, mit den im zu entkeimenden Medium  
befindlichen Mikroorganismen in einen die Mikroorganismen  
schädigenden Kontakt gebracht werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, g e k e n n z e i c h -  
n e t d a d u r c h , daß die magnetische Substanz aus  
ferro-, ferri- und/oder superparamagnetischem Material, wie  
Eisen, Kobalt, Nickel und deren magnetische Legierungen,  
5 Ferrite usw. besteht und eine Sättigungsinduktion größer als  
0,01 Tesla besitzt.

3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
10 g e k e n n z e i c h n e t d a d u r c h , daß die Perme-  
abilitätsdifferenz zwischen der magnetischen Substanz und  
den Mikroorganismen größer als 1 ist.

15 4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
g e k e n n z e i c h n e t d a d u r c h , daß die aus  
der Oberfläche der magnetischen Substanz austretenden Feld-  
linien durch die Weißschen Bezirke der magnetischen Sub-  
stanz selbst erzeugt werden und/oder durch äußere Permanent-  
20 magnetfelder und/oder elektromagnetische Felder hervorgeru-  
fen werden, wobei bei Anwendung elektromagnetischer Felder  
der Einsatz von Gleich-, Wechsel- und/oder Impulsfeldern vor-  
gesehen ist und die Stärke der Magnetfelder so bemessen ist,  
daß an der Oberfläche der magnetischen Substanz eine magne-  
25 tische Induktion größer als 0,01 Tesla auftritt.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
30 g e k e n n z e i c h n e t d a d u r c h , daß das Mag-  
netfeld an der Oberfläche der magnetischen Substanz durch  
einen Stromfluß durch die magnetische Substanz erzeugt wird.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
g e k e n n z e i c h n e t d a d u r c h , daß der Feld-  
linienverlauf im nahen Oberflächenbereich der magnetischen  
Substanz inhomogen ist und daß die Inhomogenität durch ge-  
5 krümmte Oberflächen in Form von Teilchen, Fasern und porösen  
Feststoffen oder durch die Oberflächenrauigkeit der magne-  
tischen Substanz erzeugt wird, wobei die Krümmungsradien im  
Bereich von  $5 \cdot 10^{-9}$  bis  $10^{-4}$  m liegen sollen.

10

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
g e k e n n z e i c h n e t d a d u r c h , daß die magne-  
tische Substanz aus einer magnetischen Flüssigkeit, einer  
magnetischen Emulsion, magnetischen Teilchen, Fasern, Dräh-  
15 ten, Folien, Geweben und/oder porösen Substanzen besteht.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
g e k e n n z e i c h n e t d a d u r c h , daß poröse  
20 magnetische Substanzen aus porösen nichtmagnetischen Sub-  
stanzen, wie Aktivkohle, Aluminiumoxid, Kieselgel, Kiesel-  
gur, Molekularsiebe usw. hergestellt werden, indem magne-  
tische Flüssigkeit von den porösen Substanzen adsorbiert und  
das flüchtige Dispersionsmittel verdampft wird.

\* \* \* \* \*

B e s c h r e i b u n g

Die Erfindung betrifft ein Verfahren der im Oberbegriff des  
5 Anspruchs 1 angegebenen Art sowie eine Vorrichtung zur  
Durchführung des Verfahrens.

10 Mikroorganismen sind in der Natur und in der menschlichen  
Umwelt weit verbreitet. Viele dieser Mikroorganismen sind  
Krankheitserreger für Menschen und Tiere oder zerstören  
Teile der Natur oder der vom Menschen geschaffenen Umwelt.  
Um Schädigungen durch Mikroorganismen abzuwenden, wendet man  
Maßnahmen der Desinfektion und Sterilisation an. Hierdurch  
15 sollen die Mikroorganismen außerhalb des menschlichen oder  
tierischen Organismus abgetötet werden. Dabei bedient man  
sich physikalischer Verfahren und/oder antimikrobieller Mit-  
tel.

Bei den physikalischen Verfahren können unterschiedliche phy-  
20 sikalische Wirkprinzipien zur Entfernung oder Abtötung der  
Mikroorganismen Anwendung finden. Bei den Bestrahlungsver-  
fahren läßt man beispielsweise energiereiche UV-, Röntgen-  
oder Gammastrahlung auf das zu entkeimende Material einwir-  
ken, wobei die Eindringtiefe der Strahlung von der Art des  
25 Materials und der Energie der Strahlung abhängt. Diese  
Methoden sind bei großen Materialmengen apparativ aufwendig  
und teuer. Ähnliches trifft für die thermischen Verfahren  
zu, wobei hier noch die Wärmebelastbarkeit der zu entkeimen-  
den Materialien eine große Rolle spielt. Die Anwendung von  
30 Ultraschall zur Abtötung von Mikroorganismen ist nicht  
sicher genug, da meist nur eine Keimverarmung und keine  
vollständige Abtötung der Mikroorganismen erreichbar ist.

Filtrationsverfahren sind nur bei Gasen und Flüssigkeiten anwendbar.

Bei Filtrationsverfahren, die alle Mikroorganismen im Filter zurückhalten sollen, müßten infolge der geringen Größe einiger Viren- und Bakterienarten die Filter so geringe Porendurchmesser besitzen, daß mit vertretbarem technischen Aufwand keine Filtration größerer Flüssigkeits- und Gasmengen möglich ist. Außerdem werden die Mikroorganismen nicht abgetötet, bleiben also als Krankheitserreger erhalten.

Der in Anspruch 1 angegebenen Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Verfahren der eingangs angegebenen Art unter Vermeidung der genannten Nachteile bei der Entkeimung eines Mediums eine verbesserte Wirkung zu erzielen.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß an magnetischen oder magnetisierbaren Substanzen, die von Mikroorganismen mit para- oder diamagnetischen Eigenschaften berührt werden, Kräfte auftreten, die zur Abtötung der Mikroorganismen führen. Für die Größe der Kraftwirkung ist die Permeabilitätsdifferenz zwischen der Oberfläche der magnetischen Substanz und den Mikroorganismen sowie die an der Kontaktstelle wirkende magnetische Feldstärke senkrecht zur Oberfläche entscheidend. Wirkt an der Grenze zweier Stoffe mit unterschiedlicher Permeabilität ein magnetisches Feld, so greift an der Grenzfläche eine mechanische Kraft an, die nach

$$P = \frac{H^2}{8} \cdot F (\mu_1 - \mu_2) \quad (1)$$

berechnet ist.

H = magnetische Feldstärke

F = Fläche der Kontaktstelle

$\mu_1$  = Permeabilität Mikroorganismen

$\mu_2$  = Permeabilität magnet. Substanzen

Da die Permeabilität der Mikroorganismen praktisch 1 beträgt, folgt aus (1)

$$P = \frac{H^2}{8} \cdot F (1 - \mu_2).$$

5 Damit die Kraftwirkung auf die Mikroorganismen möglichst groß ist, sollen die Permeabilität der magnetischen Substanz und die magnetische Feldstärke an der Kontaktstelle möglichst hoch sein.

10 Prinzipiell können alle Oberflächen magnetischer oder magnetisierbarer Substanzen als entkeimend wirkende Phasengrenzen eingesetzt werden, die ferro-, ferri- und/oder superparamagnetische Eigenschaften besitzen. Dazu eignen sich also Eisen, Kobalt, Nickel und deren magnetische Legierungen, Ferrite usw.

15 Erfindungsgemäß ist es günstig, magnetische Substanzen mit hoher Permeabilität zu verwenden, da dann die zur Schädigung der Mikroorganismen notwendige Feldstärke geringer sein kann.

20 Auf der Oberfläche der magnetischen Substanzen befinden sich isolierte magnetische Bezirke, sogenannte Weißsche Bezirke, deren Durchmesser im Bereich von  $10^{-3}$  -  $10^{-1}$  mm liegen.  
25 Erfindungsgemäß ist es günstig, wenn die Oberfläche der magnetischen Substanz Krümmungsradien besitzt, die in der Größenordnung der Weißschen Bezirke liegen. Solche Krümmungsradien können durch die Oberflächenrauigkeit flächiger magnetischer Substanzen oder durch die Größe der Teilchen- oder Fadendurchmesser der verwendeten magnetischen Substanz ausgewählt werden. Die Größe der Krümmungsradien bestimmt auch  
30 die spezifische Oberfläche, d.h. die für die Entkeimung

wirksame Phasengrenze. Je kleiner die Krümmungsradien sind, desto größer ist die spezifische Oberfläche.

5 Erfindungsgemäß liegt der Bereich günstiger spezifischer Oberflächen zwischen  $10^2$  und  $10^{-3} \text{ m}^2/\text{g}$ .  
Spezifische Oberflächen von  $10^2 \text{ m}^2/\text{g}$  lassen sich erzeugen, indem magnetische Flüssigkeit, z.B. an Aktivkohle, Kieselgel, Aluminiumoxid adsorbiert und anschließend das Dispersionsmittel verdampft wird. Solche porösen magnetischen  
10 Substanzen haben eine große Aufnahmekapazität für Mikroorganismen, wobei sie den erfindungsgemäßen Vorteil z.B. gegenüber unmagnetischer Aktivkohle haben, daß sie die Mikroorganismen schädigen. Verwendet man magnetische Teilchen oder Fäden als Filtermaterial, so sind die erreichbaren spezifischen  
15 Oberflächen niedriger. Je nach Substanzart und Durchmesser der Teilchen und Fäden lassen sich spezifische Oberflächen von 1 bis  $10^{-3} \text{ m}^2/\text{g}$  erzielen, wobei kleinere spezifische Oberflächen als  $10^{-3} \text{ m}^2/\text{g}$  technisch geringe Bedeutung besitzen.

20 Magnetische Teilchen können auch durch Sinterungs- oder Klebprozesse in Filtermaterialien mit vorgegebenen Formen verarbeitet werden, wie z.B. zu Filterrohren, -kerzen oder -scheiben. Magnetische Fäden können zu dichten Filtergeweben  
25 oder Faservlies verarbeitet werden.

Das magnetische Feld an der Oberfläche der magnetischen Substanzen kann durch die Weißschen Bezirke der magnetischen Substanz und/oder durch äußere Magnetfelder erzeugt werden.  
30 Als Quellen äußerer Magnetfelder kommen Permanentmagnete und/oder Elektromagnete in Frage, wobei elektromagnetisch



erzeugte Gleich-, Wechsel- und/oder Impulsfelder Anwendung finden können. Erfindungsgemäß ist es günstig, wenn die magnetischen Feldstärken im Bereich der Sättigungsinduktion der verwendeten magnetischen Substanzen liegen. Magnetische Wechsel- und Impulsfelder haben an magnetischen Phasengrenzen noch eine zusätzliche schädigende Wirkung, da die Kraftwirkung auf die Mikroorganismen nicht konstant ist, sondern sich zeitlich verändert. Auf zeitlich veränderliche Kraftwirkungen können sich Mikroorganismen schwerer einstellen als auf konstant einwirkende Kräfte (DE 3343 586).

Setzt man die magnetische Substanz ohne äußere Magnetfelder ein, so wirken die ungeordneten Weißschen Bezirke ebenfalls entkeimend, da in ihnen die Magnetfeldstärken so groß sind, daß Sättigungsinduktion vorliegt. Für die Entkeimungswirkung ist in diesem Fall wichtig, daß die Feldlinien aus der Oberfläche der magnetischen Substanz austreten und auf die Mikroorganismen einwirken können und daß die Sättigungsinduktion möglichst hoch ist.

Besonders vorteilhaft ist, daß das erfindungsgemäße Verfahren mittels relativ einfacher Vorrichtungen ausführbar ist und eine Vielzahl von Verfahrensvarianten die Anpassung an den jeweiligen Anwendungsfall erleichtert.

Bei einer ersten Ausführung des Verfahrens wird die zu entkeimende Flüssigkeit durch ein Rohr geleitet, das eine 20 cm dicke Filterschicht von Teilchen einer Eisen-Kobalt-Legierung enthält. Der Teilchendurchmesser liegt zwischen 0,35 und 0,55 mm, die mittlere Verweildauer der Flüssigkeit in der Filterschicht beträgt 60 sec.

Bei einer anderen Ausführung des Verfahrens wird bei einer bakteriellen Magen-Darm-Erkrankung magnetische Aktivkohle dem Menschen oder Tier oral eingegeben. Ein von außen in der Magen-Darm-Gegend einwirkendes Magnetfeld verstärkt die entkeimende Wirkung.

Bei einer weiteren Ausführung des Verfahrens wird die Oberfläche von Implantaten durch Aufbringen einer magnetischen Substanz antimikrobiell ausgerüstet, so daß nach der Implantation die Möglichkeit besteht, an der Oberfläche des Implantats befindliche Mikroorganismen zusätzlich durch Einwirkung äußerer Magnetfelder zu schädigen.

Weitere Ausführungen des Verfahrens siehe DE 3343 586.

Anwendungsgebiete für das erfindungsgemäße Entkeimungsverfahren — liegen insbesondere in der Entkeimung von Trinkwasser, von Badewasser in Schwimmbädern oder von Industrielässern in Kühlkreisläufen, in der Entkeimung von flüssigen Nahrungs- und Genußmitteln, wie Säften, Milch u.s.w. Ein weiteres Anwendungsgebiet liegt im Bereich der Medizin zur Entkeimung von Implantaten und von äußerlich zugänglichen Bereichen tierischer und menschlicher Körper.

\* \* \* \* \*